

RESONATOR STRUCTURE AND A FILTER HAVING SUCH A RESONATOR STRUCTURE

Publication number: JP2003505905 (T)

Publication date: 2003-02-12

Inventor(s):

Applicant(s):

Classification:






- **international:** *H03H9/17; H03H9/54; H03H9/00*; (IPC1-7): H03H9/17

- **European:** H03H9/17A1A

Application number: JP20010510982T 20000718

Priority number(s): FI19990001619 19990719; WO2000FI00652 20000718

Also published as:

 JP3740061 (B2)
 WO0106646 (A1)
 US6812619 (B1)
 US6788170 (B1)
 JP2003505906 (T)

more >>

Abstract not available for JP 2003505905 (T)

Abstract of corresponding document: **WO 0106646 (A1)**

Resonator structure (600, 800, 810, 820) comprises two conductor layers (110, 120) and a piezoelectric layer (100) in between the conductor layers, and said conductor layers and piezoelectric layer extend over a first area of the resonator structure, which first area is a piezoelectrically excitable area of the resonator structure. The resonator structure is characterized in that it is arranged to have a zone (603, 801, 803, 804), which confines a center area (604, 802) within the first area of the resonator, and the layer structure in the zone is arranged to be such that piezoelectrically excited vibrations are dampened more effectively in the zone than in the center area.

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2003-505905
(P2003-505905A)

(43) 公表日 平成15年2月12日 (2003. 2. 12)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 3 H 9/17

識別記号

F I
H 0 3 H 9/17

テマコード* (参考)
F 5 J 1 0 8

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2001-510982(P2001-510982)
(86) (22) 出願日 平成12年7月18日 (2000. 7. 18)
(85) 翻訳文提出日 平成14年1月18日 (2002. 1. 18)
(86) 国際出願番号 P C T / F I 0 0 / 0 0 6 5 2
(87) 国際公開番号 W O 0 1 / 0 0 6 6 4 6
(87) 国際公開日 平成13年1月25日 (2001. 1. 25)
(31) 優先権主張番号 9 9 1 6 1 9
(32) 優先日 平成11年7月19日 (1999. 7. 19)
(33) 優先権主張国 フィンランド (F I)

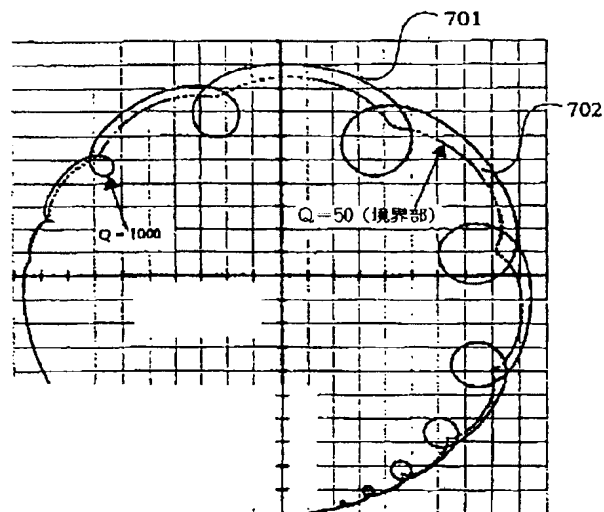
(71) 出願人 ノキア コーポレイション
フィンランド エフイーエン-02150 エ
スプー ケイララーデンティエ 4
(72) 発明者 カイティラ, イルキ
フィンランド国, エフイーエン-00530
ヘルシンキ, 4. リンヤ 14 ペー 45
(72) 発明者 イリランミ, マルック
フィンランド国, エフイーエン-02320
エスプー, ベラシン 2アー
(72) 発明者 エッラ, ユハ
フィンランド国, エフイーエン-24800
ハリッコ, カーライイセンティエ 5
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 共振子構造及びそのような共振子構造を有するフィルター

(57) 【要約】

2つの導電体層 (110、120) 及びこれらの導電体層の間の圧電層 (100) を有する共振子構造 (600、800、810、820) とする。ここで導電体層及び圧電層は、共振子構造の第1の領域に拡がっており、この第1の領域は共振子構造の圧電的に励起可能な領域である。この共振子構造は、中央領域 (604、802) を前記共振子の第1の領域の内側に定める領域 (603、801、803、804) を有するようにされていること、及び前記領域の層構造が、この領域において前記中央領域でよりも比較的効果的に、圧電的に励起される振動を減衰させるように配置されていることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つの導電体層（110、120）及びこれらの導電体層の間の圧電層（100）を有する共振子構造（600、800、810、820）であって、前記導電体層及び圧電層が、前記共振子構造の第1の領域に拡がっており、この第1の領域が前記共振子構造の圧電的に励起可能な領域であり、ここで

前記共振子構造が、前記共振子の第1の領域内の中央領域（604、802）を定める区域（603、801、803、804）を有するようにされていること、及び

前記区域の層構造が、この区域において前記中央領域でよりも比較的効果的に、圧電的に励起される振動を減衰させるようにされていること、を特徴とする、2つの導電体層（110、120）及びこれらの導電体層の間の圧電層（100）を有する共振子構造（600、800、810、820）。

【請求項2】 前記共振子構造が、振動を効果的に減衰させる材料の、前記第1の領域内に開口（802）を有する少なくとも1つの層（801、803、804）を更に有することを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造（800、810、820）。

【請求項3】 振動を効果的に減衰させる材料がポリマー材料であることを特徴とする、請求項2に記載の共振子構造。

【請求項4】 前記材料がポリイミドであることを特徴とする、請求項3に記載の共振子構造。

【請求項5】 振動を効果的に減衰させる前記材料の層が、前記導電体層のうちの1つに隣接していることを特徴とする、請求項2に記載の共振子構造。

【請求項6】 振動を効果的に減衰させる前記材料の層が、前記導電体層のうちの1つと前記圧電層との間に存在することを特徴とする、請求項5に記載の共振子構造。

【請求項7】 振動を効果的に減衰させる前記材料の層が、前記第1の領域内ではない前記圧電層の一部まで少なくとも拡がっていることを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造（810）。

【請求項8】 前記区域（810）が前記第1の領域内であることを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造（800）。

【請求項9】 前記区域（803）が少なくとも部分的に前記第1の領域の外側にあることを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造（810）。

【請求項10】 前記区域（804）が前記第1の領域を実質的に定めていることを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造（820）。

【請求項11】 前記導電体層の間の第2の圧電層及び前記圧電層の間の導電体層を更に有することを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造。

【請求項12】 2つの導電体層（110、120）及びこれらの導電体層の間の圧電層（100）を有する少なくとも1つの共振子構造を有するフィルターであって、前記導電体層及び圧電層が、前記共振子構造の第1の領域に拡がっており、この第1の領域が前記共振子構造の圧電的に励起可能な領域であり、ここで

前記共振子構造が、前記共振子の第1の領域内の中央領域（604、802）を定める区域（603、801、803）を有するようにされていること、及び前記区域の層構造が、この区域において前記中央領域でよりも比較的効果的に、圧電的に励起される振動を減衰させるようにされていること、を特徴とする、2つの導電体層（110、120）及びこれらの導電体層の間の圧電層（100）を有する共振子構造を有するフィルター。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

本発明は、一般に圧電共振子、及び圧電共振子を有するフィルターに関する。本発明は特に、構造が単純で且つ操作周波数における電氣的応答が良好な共振子構造に関する。

【0002】

携帯電気通信機器の発達は、更に小さく且つより複雑な携帯装置に向かっている。この発達は、携帯電気通信手段で使用される部品及び構造を小さくする必要性を増加させている。この発達は、高周波（RF）フィルター構造にも関する。これは小型化が進むのにも関わらず、かなりの出力レベルに耐えられなければならない、非常に急激な通過領域端をもたなければならない、且つ損失が少なくなければならない。

【0003】

従来の携帯電話で使用されている高周波フィルターは、別個の表面弾性波（音響波）（SAW）フィルター又はセラミックフィルターであることが多い。バルク弾性波（BAW）共振子はまだ一般には使用されていないが、これらはSAW共振子と比較していくらかの利点を有する。例えばBAW構造は、比較的良好な高出力レベルの許容性を有する。

【0004】

シリコン（Si）ウェハー又はガリウムヒ素（GaAs）ウェハーのような半導体ウェハー上で、薄膜バルク弾性波共振子を作ることが知られている。例えば文献「Acoustic Bulk Wave Composite Resonators」、Applied Physics Letters、Vol. 38、No. 3、p. 125～127、1981年2月1日、K. M. Lakin及びJ. S. Wangでは、弾性バルク波共振子が開示されている。これは、シリコンの薄膜上にスパッタリングした酸化亜鉛（ZnO）の薄膜圧電層を有する弾性バルク波共振子を開示している。更に文献「An Air-Gap Type Piezoelectric Composite Thin Film Resonator」、15Proc, 39th Annual Symp.

Freq. Control、p. 361～366、1985年、サトウ ヒロアキ、エバラ ヤスオ、スズキ ヒトシ、及びナラハラ チョウジでは、ブリッジ構造を有するバルク弾性波共振子が開示されている。

【0005】

図1は、ブリッジ構造を有するバルク弾性波共振子の1つの例を示している。この構造体は、基体200に堆積した膜130を有する。共振子は、この膜上の底部電極110、圧電層100、及び上部電極120を更に有する。ギャップ210は、基材の一部を上部面からエッチングで除去することによって、膜と基材との間に作られている。このギャップは音響絶縁材として作用し、特に振動する共振子構造と基材とを絶縁する。

【0006】

以下では、特定のタイプのBAW共振子を初めに説明する。

【0007】

バルク弾性波共振子は典型的に、シリコン(Si)、ガリウムヒ素(GaAs)、ガラス又はセラミック基体上に作る。使用される1つの他のセラミック基体はアルミナである。BAWデバイスは典型的に、様々な薄膜製造技術、例えばスパッタリング、減圧蒸着又は化学気相堆積を使用して製造する。BAWデバイスは、弾性バルク波を発生させるために圧電薄膜層を使用する。典型的なBAWデバイスの共振周波数は、デバイスの大きさ及び材料に依存して、0.5GHz～5GHzである。BAW共振子は、クリスタル共振子の典型的な直列又は並列共振を示す。共振周波数は主に、共振子の材料及び共振子の層の寸法によって決定される。

【0008】

典型的なSAW共振器は、以下の3つの基本的な要素からなる：

- 音響活性圧電層、
- この圧電層の両側の電極、及び
- 基材から音響を絶縁する部材。

【0009】

圧電層は例えばZnO、AlN、ZnS又は薄膜にすることができる任意の他

の圧電材料でよい。また例えば、強誘電性セラミックを圧電材料として使用することができる。例えば $PbTiO_3$ 及び $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ 及びいわゆるジルコン酸チタン酸鉛ランタン類の他の材料を使用することができる。

【0010】

電極層を作るために使用する材料は導電性の材料である。電極は例えば、タングステン (W)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、ニッケル (Ni)、チタン (Ti)、ニオブ (Nb)、銀 (Ag)、金 (Au)、及びタンタル (Ta) のような任意の適当な金属でできていてよい。基体は典型的に、Si、 SiO_2 、GaAs、ガラス又はセラミック材料でできている。

【0011】

音響絶縁材は、例えば以下の技術によって作ることができる：

- 基材のバイアホール、
- 微細機械ブリッジ構造、又は
- 音響ミラー構造。

【0012】

バイアホール及びブリッジ構造では、音響を反射する表面はデバイスの上下の空気界面である。ブリッジ構造は典型的に、自立構造を作るためにエッチングして除去する犠牲層を使用して製造する。犠牲層の使用は、様々な基体材料の使用を可能にする。これは、バイアホール構造の場合と違って、基体をあまり改質する必要がないことによる。またブリッジ構造は、エッチングピット構造を使用して作ることもできる。この場合、BAW共振子の下の構造又は材料層にピットをエッチングして、自立ブリッジ構造を作らなければならない。

【0013】

図2は、ブリッジ構造を作る様々な様式のうちの1つの例を説明している。BAW構造の他の層の堆積の前に、初めに犠牲層135を堆積させパターンを付ける。BAW構造の残部を、部分的に犠牲層135上で、堆積させパターンを付ける。BAW構造の残部が完成した後で、犠牲層135をエッチングによって除去する。図2は、基体200、膜層130、底部電極110、圧電層100、及び上部電極120を示している。犠牲層は、例えばセラミック、金属又はポリマー

の材料を使用して得ることができる。

【0014】

バイアホール構造では、BAW共振子構造の主要な部分の下側から基材をエッチングで除去することによって、音響に関して共振子を基体から絶縁している。図3は、BAW共振子のバイアホール構造を示している。図3は基体200、膜層130、底部電極110、圧電層100、及び上部電極120を示している。バイアホール211は基体全体を通してエッチングされている。エッチングが必要とされるので、バイアホール構造は一般にSi又はGaAs基体でのみ使用されている。

【0015】

基体からBAW共振子を絶縁するための更なる様式は、音響ミラー構造による。この音響ミラー構造は、弾性波を反射して共振子構造に戻すことによって絶縁を行う。音響ミラーは一般的に、中央周波数の波長の $1/4$ の厚さの複数の層を有し、交互の層が異なる音響インピーダンスを有する。音響ミラーにおける層の数は典型的に3～9である。2つの連続する層の音響インピーダンスの比が大きく、それによって基体材料のインピーダンスが比較的大きく、BAW共振子の音響インピーダンスが可能な限り小さいようにすべきである。波長の $1/4$ の厚さの圧電層の場合、ミラー層は、共振子の音響インピーダンスが可能な限り大きくなるように選択すべきである。これについては、米国特許第5,373,268号明細書で開示されている。高インピーダンス層の材料は、例えば金(Au)、モリブデン(Mo)又はタングステン(W)でよく、低インピーダンス層の材料は例えばシリコン(Si)、ポリシリコン(Poly-Si)、二酸化ケイ素(SiO_2)、アルミニウム(Al)又はポリマーでよい。音響ミラー構造を使用する構造では、基体から共振子を絶縁し、基材をあまり改質しないので、基体としては様々な材料を使用することができる。ポリマー層は、損失特性が小さく且つ音響インピーダンスが小さい任意のポリマー材料を使用することができる。好ましくはポリマー材料は、少なくとも350℃の温度に耐えられるような材料である。これは、音響ミラー構造及び他の構造の層の堆積の間には比較的高い温度が必要とされることによる。ポリマー層は例えば、ポリイミド、シクロテン、炭

素に基づく材料、シリコンに基づく材料又は任意の他の適当な材料でできていてよい。

【0016】

図4は、音響ミラー構造の上部のBAW共振子の例を示している。図4は、基体200、底部電極110、圧電層100、及び上部電極120を示している。音響ミラー構造150はこの例において、3つの層150a、150bを有する。2つの層150aは第1の材料でできており、これら2つの層の間の第3の層150bは、第2の材料でできている。第1及び第2の材料は、上述のように異なる音響インピーダンスを有する。これらの材料の順序は変えることができる。例えば、音響インピーダンスの大きい材料を真ん中で使用して、音響インピーダンスの小さい材料を、この真ん中の材料の両側で 사용할ことができる。またその反対も可能である。底部電極を、音響ミラーの1つの層として使用することも可能である。

【0017】

図5は、BAW共振子構造の更なる例を示している。図5で説明されているBAW共振子は、2つの圧電層100を有する積み重ね共振子構造である。底部110及び上部電極120に加えて、積み重ね構造は中間の電極115を必要とする。これは、大地電位に接続されている。更に図6は、膜層130、基体200及び構造を基体から絶縁しているエッチングピット210を有する。

【0018】

共振子のカットオフ周波数は、結晶共振子が横方向に無限であると仮定することによって決定する。従ってこれは、共振子構造の層の材料及び層の厚さによって直接決定される。カットオフ周波数は、横方向に無限のプレートの機械的共振周波数である。

【0019】

共振子（又は任意のプレート）の横方向の大きさは、横方向共振様式をもたらす、また共振子の基礎共振周波数又は有限プレートの基礎共振周波数は、そのカットオフ（遮断）周波数よりもいくらか大きく又は小さい。言い換えると、この基礎横方向共振様式又は第1様式横方向共振は、共振子領域の中央で振幅が最大

の状況に対応している。

【0020】

有限プレートでは、様々な機械的振動があり、任意の横方向共振様式が機械的に起こり得る。ある種の横方向共振様式は、結晶に交流電圧が及んだときに圧電的に励起されることがある。通常様々な周波数であるこれらの横方法共振様式は、共振子の表面を振動させる。圧電的に励起される最も強い共振様式は主様式と呼ばれ、他の圧電的に励起される様式は疑似共振様式と呼ばれる。疑似共振様式は通常、共振子のカットオフ周波数よりもいくらか小さい及び／又は大きい周波数で起こる。

【0021】

フィルターの所望の性質の1つは、フィルターが通す周波数において、フィルターの共振が可能な限り均一なことである。周波数応答の変化はリップル (r i p p l e) と呼ばれる。従ってフィルターの周波数応答は、例えば帯域通過フィルターではフィルターの帯域幅にわたって一定であるべきである。遮断周波数では、リップルは通常問題とならない。

【0022】

クリスタル共振子及び例えばBAW共振子の疑似共振様式に関する問題は、これらの共振子を使用して作られたフィルターのリップルが、共振子の疑似共振様式によって少なくとも部分的にもたらされることである。これは例えば、文献「Thin film bulk acoustic wave filters for GPS」、1992年、Ultrasonic Symposium、p. 471～476、K. M. Lakin、G. R. Kline及びK. T. McCarronで説明されている。疑似共振様式は、クリスタル共振子又はBAW共振子を有する系の性能を低下させる。フィルターの周波数応答のリップルは、疑似共振による影響の1つの例である。

【0023】

本発明の目的は、共振子構造を提供することである。更なる目的は、良好な電気応答性を有する共振子構造を提供することである。本発明の更なる目的は、製造が容易な共振子構造を提供することである。

【0024】

本発明の目的は、圧電によって励起可能な領域の端部近くで圧電的に励起された波を減衰させることによって達成する。

【0025】

本発明の共振子構造は、2つの導電体層とこれらの層の間の圧電層を有する共振子構造である。ここでこの導電体層及び圧電層は、共振子構造の第1の領域に広がっており、この第1の領域は共振子構造の圧電的に励起可能な領域である。この共振子構造は、以下によって特徴付けられる：

○共振子構造が、共振子の第1の領域内に中央領域を定める区域を有するようにされていること、及び

○この区域の層構造が、圧電によって励起された振動が中央領域よりもこの区域で比較的効果的に減衰させるようにすること。

【0026】

本発明のフィルターは、少なくとも1つの共振子構造を有するフィルターであり、この共振子構造は、2つの導電体層とこれらの導電体層の間の圧電層とを有する。この導電体層及び圧電層は、共振子構造の第1の領域に広がっており、この第1の領域は共振子構造の圧電的に励起可能な領域である。このフィルターは、以下によって特徴付けられる：

○共振子構造が、共振子の第1の領域内に中央領域を定める区域を有するようにされていること、及び

○この区域の層構造が、圧電的に励起された振動が中央領域よりもこの区域で比較的効果的に減衰させるようにすること。

【0027】

本発明の共振子構造は、2つの導電体層とこれらの導電体層の間の圧電層とを有する。この導電体層は共振子の電極を形成している。圧電層は圧電結晶でよく、又は圧電材料の薄膜であってもよい。

【0028】

本明細書の記載において、共振子の圧電的に励起可能な領域とは、共振子の全ての電極層及び圧電層が広がっている領域に言及している。本発明の共振子構造

では、共振子の電氣的に励起可能な領域の特定の部分を囲んでいる減衰区域が存在する。中央領域という用語は、本明細書の記載では、電氣的に励起可能な領域の、減衰区域の内側の部分に言及している。例えば中央領域は、共振器領域の中央でなくてもよい。減衰区域は部分的に又は完全に、圧電的に励起可能な領域の内側でよく、又は圧電的に励起可能な領域の外側であってもよい。後者の選択肢では、圧電的に励起可能な領域が中央領域を形成しており、他の選択肢では、圧電的に励起可能な領域の特定の部分が中央領域を形成している。

【0029】

圧電的に励起可能な領域の縁での減衰は、疑似共振に関する比較的大きい次数の横方向周波数様式を抑制する。1次横方向共振様式の波よりも大きい次数の横方向共振様式の波の比較的大部分が、圧電的に励起可能な領域の端部に制限される。従って圧電的に励起可能な領域の縁の特性の変更は、比較的大きい次数の共振様式に影響を与える。

【0030】

中央領域よりも良好に振動を弱める中央領域を定める区域は、例えば共振子の圧電的に励起可能な領域に開口を有する減衰層を提供することによって作ることができる。開口は、共振子の中央領域を定める。減衰層は、例えば枠（フレーム）状層でよく、そのような枠状層では、中央領域を定める減衰層の開口は、減衰層の全領域に比較して非常に大きい。減衰層は例えば、損失物質の層でよく、またこれは層構造の任意の層として配置することができる。これは例えば上部電極の上、底部電極の下又は圧電層と電極との間に配置することができる。

【0031】

共振子の圧電的に励起可能な領域の形状及び中央領域の形状（例えば減衰層の開口の形状）は、本発明の共振子構造ではいずれの特定の形状にも制限されない。例えば長方形、楕円形又は円形の中央領域が可能であり、任意の他の形状であってもよい。減衰区域の幅は均一である必要はない。典型的に、減衰層の開口は、共振子の圧電的に励起可能な領域の形状と同様であるが、開口の大きさは、圧電的に励起可能な領域の大きさよりもいくらか小さい。

【0032】

本発明の共振子構造は、従来のクリスタル共振子の性質、特に薄膜BAW共振子の性質を促進する。従来技術のタイプのBAW共振子、例えば上述のタイプのBAW共振子の性質は、本発明で構造を変更することによって促進できる。更に共振子の性質が促進されると、共振子を有する部品の性質が改良される。特に本発明の共振子構造を使用するフィルターを製造することは有利である。そのようなフィルターは、例えば携帯コンピューターデバイスで 사용할 ことができる。

【0033】

以下では、例及び添付の図面によって本発明の好ましい態様を参照して本発明をより詳細に説明する。

【0034】

従来技術の説明に関しては、図1～5が参照される。図において対応する部分には、同じ参照番号が付されている。

【0035】

2つの共振子構造600及び601の共振様式を調べることによって、減衰効果を示すことができる。共振子構造600及び601の断面は、図6で示している。共振子構造600及び601の、幅 $220\mu\text{m}$ の圧電的に励起可能な領域は、共振子構造600及び601の中央の比較的厚い領域（共振子構造600において参照番号603、604で示されている）である。共振子構造600は、本発明の第1の好ましい態様の共振子構造の例であり、これは、圧電的に励起可能な領域の縁において、圧電的に励起可能な領域内の幅 $10\mu\text{m}$ の減衰棒状領域603を有する。本発明の第1の好ましい態様の共振子構造600の中央部分604も、図6において示されている。

【0036】

この構造の共振周波数は、例えばFEMを使用して計算する。

【0037】

共振周波数を計算する場合、構造の様々な領域における異なる音響減衰は、質係数Qを使用することによって考慮することができる。それぞれの領域のために、質係数を別々に定めることができる。大きい質係数は、エネルギー損失が小さいことに言及しており（損失は振動エネルギーが熱に変化することによって起こ

る)、また小さいQ係数は大きいエネルギー損失に言及している。共振子構造600は、追加の減衰がない領域(すなわち区画602及び中央領域604)において質係数Qの値が1,000であること、圧電的に励起可能な領域の縁の幅 $10\mu\text{m}$ の区域603で $Q=50$ であることを仮定して調べる。Qのこれらの値は、特別な意味を有するものではなく、これらは単に共振子構造の様々な領域で仮定される減衰性質の違いを表すに過ぎない。圧電的に励起される波に関するカットオフ周波数は、図6の垂直方向厚さに関して説明される。領域603のカットオフ周波数は、領域604におけるそれと同じであり、すなわちここで模擬実験された減衰枠状領域は、その減衰性に関してのみ中央領域と異なっている。

【0038】

機械的な共振様式を計算し、且つ圧電効果を考慮すると(直接に計算で又は異なる技術を使用して)、スミスチャートを使用して共振子構造の振る舞いを表すことができる。図7は、スミスチャートで2つの模擬実験の結果を示している。図7のスミスチャートを計算すると、BAW共振子のインピーダンスは典型的な 50Ω インピーダンスに相当する。スミスチャートでは、時計回りに周波数を増加させている。基本共振様式でのみ共振する共振子は、スミスチャートで円を作る。グラフ上の起こり得るループは、疑似共振周波数を示している。

【0039】

図1の実線701は、中央領域の周囲に減衰区域がない従来技術のBAW共振子の応答を示しており、疑似共振様式を示すループが明らかに観察される。点線702は、枠状減衰区域を有する共振子構造の応答を示している。点線はほぼ円形であり、ループが存在しない。ループは小さなへこみに抑制されている。

【0040】

スミスチャートの点線は、圧電的に励起可能な領域の周囲の枠状領域が、共振子構造の性能を促進することを示している。実線と比較すると、点線は比較的チャートの中心に近い。これは、基礎共振様式がいくらか減衰したことも示しているが、この減衰はあまり強くない。

【0041】

例えば共振子構造に、圧電的に励起可能な領域内に中央領域を定める開口を有

する損失フィルム層を堆積させることによって、減衰区域を作ることができる。この損失フィルムは例えば、ポリマーフィルムでよい。この模擬実験では、共振子の中央領域の周囲の減衰区域は、他の圧電的に励起可能な領域とは減衰性が異なるのみである。圧電的に励起可能な領域内に開口を有する厚い減衰層がそれ以外は実質的に均一な圧電的に励起可能な領域を覆っている場合、圧電的に励起可能な波に関するカットオフ周波数は典型的に、減衰区域が存在する圧電的に励起可能な領域の端部と中央領域とで異なる。これは、本発明の共振子構造の電気的な性質を更に促進する。

【0042】

図8aは、本発明の第2の好ましい態様の共振子構造の例として、共振子構造800の断面の概略を示す。共振子構造800には、圧電層100、底部電極110及び上部電極120が基体200上に存在する。基体200と底部電極110との間の可能な膜、ギャップ及びミラー構造は、図8では示されていない。更に共振子構造800は、上部電極120上の減衰材料の杵状層801を有する。あるいは杵状層801は、例えば電極層の間の任意の場所に配置することができる。杵状層801の開口802は、共振子構造800の中央領域を定めている。杵状減衰層が非常に幅広く、それによって上部電極の端部に広がっていること、言い換えると共振子の圧電的に励起可能な領域の端部に広がっていることも可能である。

【0043】

図8bは、本発明の第3の好ましい態様の、共振子構造810の概略の断面図を示す。共振子構造810は、共振子構造800と同様である。但し、圧電的に励起可能な領域までのみ広がっている杵状減衰層801の代わりに、圧電層100の縁部分まで広がっている減衰層803が存在し、例えば上部電極120と圧電層100の間で上部電極によって覆われていない露出された圧電材料を覆っている。またこの場合には、減衰層803は、圧電的に励起可能な領域に開口802を有する。開口802は、共振子構造810の中央領域を定める。いくつかの圧電材料は、湿分又は湿気からの保護を必要とし、層803は例えば減衰層であると共に、保護層としても機能する。従来の不動態層は、典型的にSiO₂又は

S i₃ N₄ でできており、効果的に振動を減衰させない。

【0044】

図8cは、本発明の第4の好ましい態様の共振子構造820の、概略の断面図を示している。共振子構造820には、杵状層804が存在する。これは、圧電的に励起可能な領域に実質的に重ならず、圧電的に励起可能な領域を囲んでおり、振動を弱める材料でできている。この共振子820の中央領域は、共振子の圧電的に励起可能な領域である。

【0045】

図8で示されているBAW共振子は例えば、Au底部電極、ZnO又はAlN圧電層、及びAl上部電極を有する共振子である。あるいは、本発明の共振子の電極及び圧電層のために、任意の他の材料を使用することができる。例えば従来技術のBAW共振子に関して開示されている材料を使用することができる。減衰材料は、例えばポリイミドでよい。共振周波数が約1GHzのBAW共振子では、Au底部電極の厚さは典型的に200～500nm、Al上部電極の厚さは典型的に約400～600nm、且つZnO圧電層の厚さは約2μmである。AlNを使用する場合、AlN圧電層の厚さは1GHzでは約3μmである。従来技術で既知であるように、共振周波数は、共振子構造の全ての層の材料及び厚さに依存している。減衰層の厚さは典型的に、上部電極の厚さと同じ程度である。減衰層の適当な幅及び減衰層の開口の適当な形状及び寸法は、例えば実験的に見出すことが可能である。

【0046】

図8で示されている膜130上のBAW共振子は例えば、この膜130の下で、基体200にギャップ210を有することができる。あるいは本発明の共振子は例えば、ブリッジ構造、インホール(in-hole)構造、又は音響ミラー構造を有することができる。本発明の共振子は、図5で示すのと同様に、上部電極と下部電極との間に1よりも多い圧電層を有することができる。

【0047】

本明細書の記載においては、圧電共振子の例としてBAW共振子を使用し、圧電的に励起可能な領域の端部の減衰区域が共振子の性質を促進することを示して

きた。しかしながら本発明はBAW共振子に限定されず、クリスタル共振子の性質の促進にも使用することができる。

【0048】

上部及び下部電極のような方向の表現は、基体に関する電極の位置に言及している。上部電極と基体とは圧電層の反対側にあり、下部電極と基体とは圧電層の同じ側にある。方向を示すこれらの及び任意の他の可能な表現を使用して、比較的簡単に共振子構造を説明するようにしている。これらの表現は、本発明の共振子構造をいかようにも制限するものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、従来技術のバルク弾性波共振子を示している。

【図2】

図2は、ブリッジ構造を有する他のバルク弾性波共振子を示している。

【図3】

図3は、バイアホール構造を有するバルク弾性波共振子を示している。

【図4】

図4は、音響ミラー構造によって基材から絶縁されたバルク弾性波共振子を示している。

【図5】

図5は、積み重ねバルク弾性波共振子を示している。

【図6】

図6は、本発明の第1の好ましい態様の共振子構造の例のおおよその断面、及び対応する従来技術の共振子構造の断面を示している。

【図7】

図7は、本発明の好ましい態様の共振子構造の計算された応答を、スミスチャートで示している。

【図8】

図8は、本発明の第2及び第3の好ましい態様の、共振子構造の例のおおよその断面を示している。

【図1】

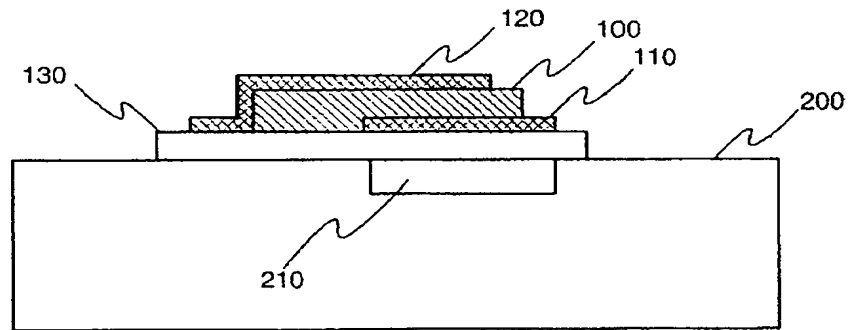


Fig. 1

PRIOR ART

【図2】

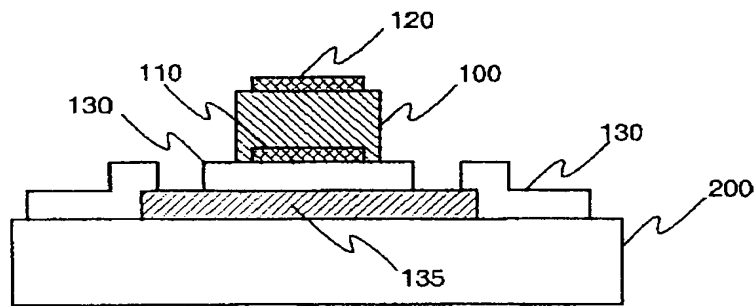


Fig. 2

PRIOR ART

【図3】

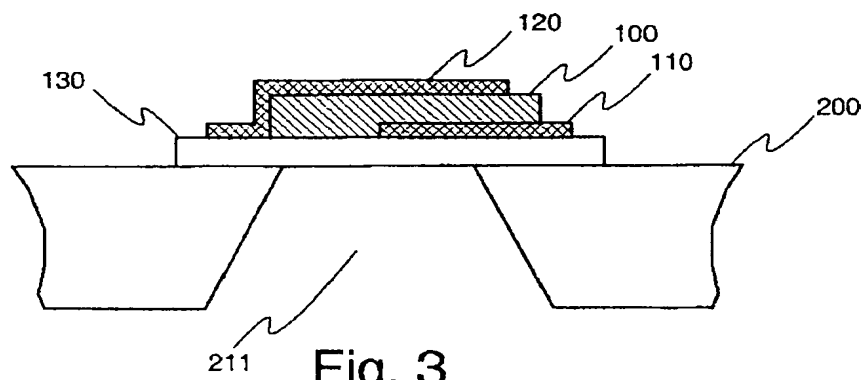


Fig. 3

PRIOR ART

【図4】

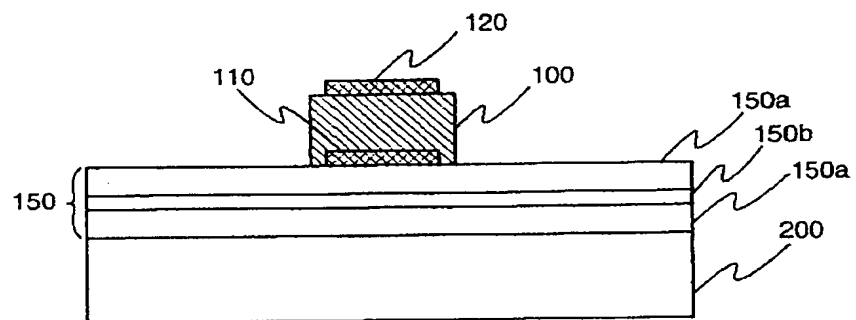


Fig. 4
PRIOR ART

【図5】

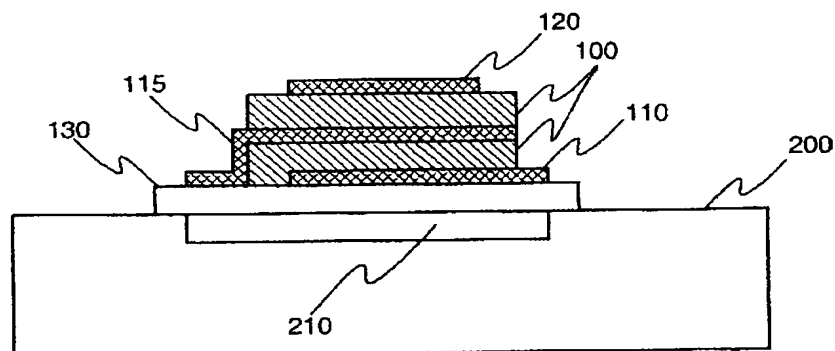


Fig. 5
PRIOR ART

【図6】

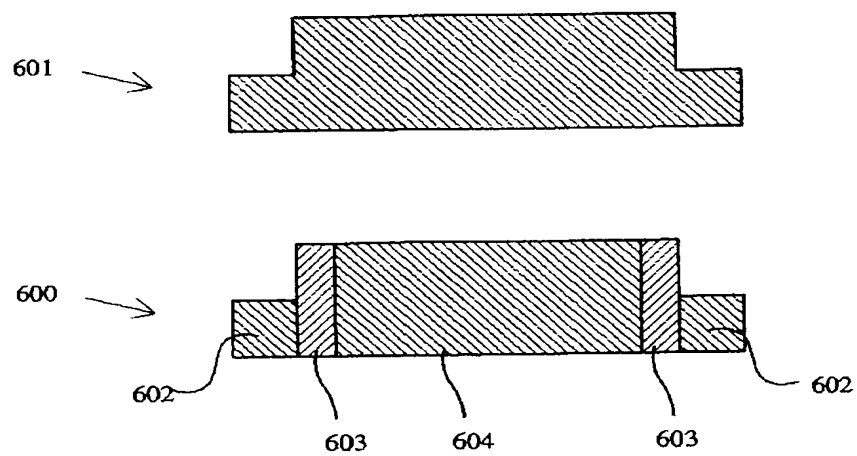


Fig. 6

【図7】

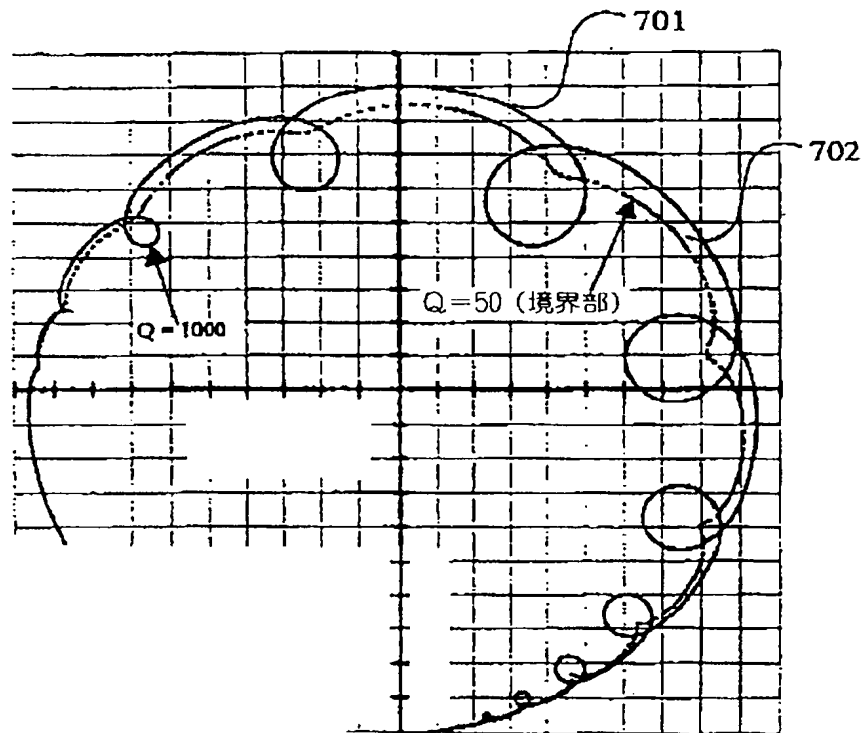


Fig. 7

【図8a】

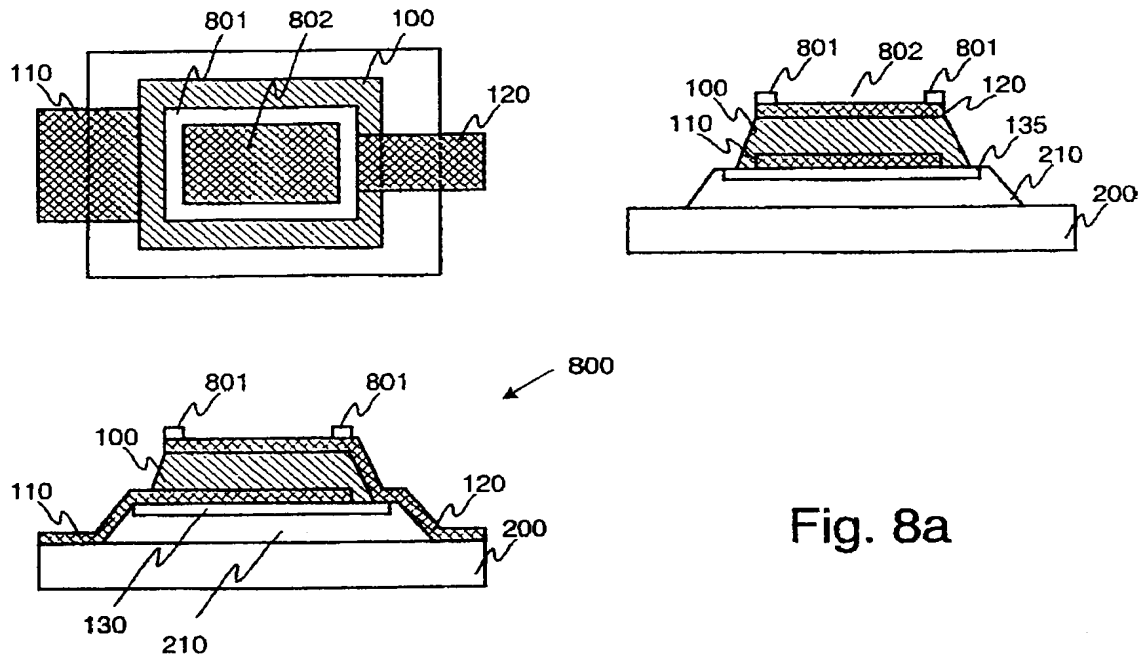


Fig. 8a

【図8b】

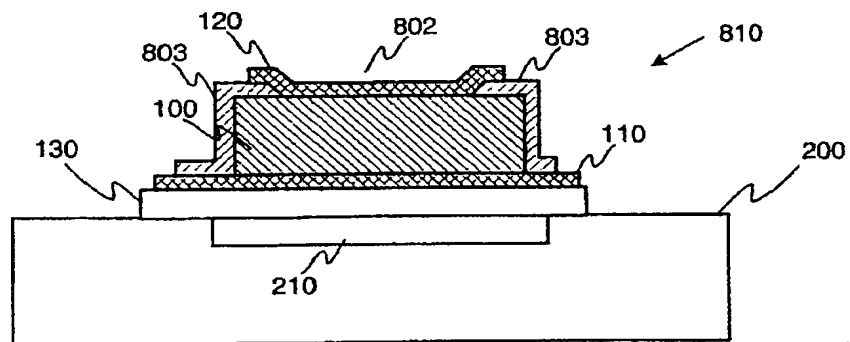


Fig. 8b

【図8c】

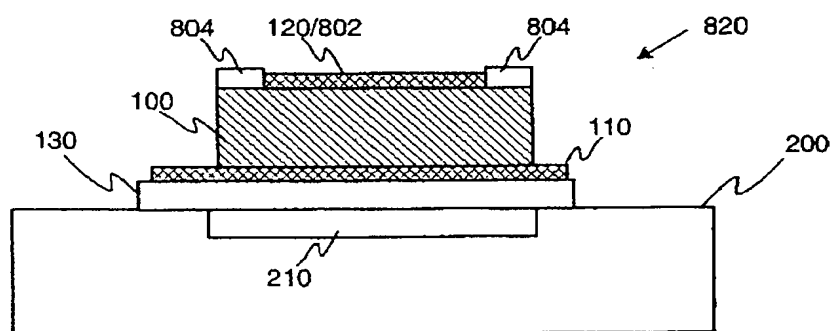


Fig. 8c

【手続補正書】特許協力条約第34条補正の翻訳文提出書

【提出日】平成13年11月5日(2001.11.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つの導電体層(110、120)及びこれらの導電体層の間の圧電層(100)を有する薄膜共振子構造(600、800、810、820)であって、この共振子構造が第1の領域を有し、この第1の領域上に前記導電体層及び圧電層が拡がっており、前記第1の領域が、前記共振子構造の圧電的に励起可能な領域であって、ここで前記共振子構造が、振動を効果的に減衰させる材料の少なくとも1つの層(801、803、804)を更に有しており、この少なくとも1つの層が区域を覆っており、且つ前記第1の領域に開口(802)を有し、前記開口は最大でも第1の領域を覆っておらず、且つ前記第1の領域の中央領域(604、802)を定めており、また圧電的に励起された振動が、前記中央領域でよりも前記区域で比較的効果的に減衰することを特徴とする、2つの導電体層(110、120)及びこれらの導電体層の間の圧電層(100)を有する薄膜共振子構造(600、800、810、820)。

【請求項2】 振動を効果的に減衰させる前記材料がポリマー材料であることを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造。

【請求項3】 前記材料がポリイミドであることを特徴とする、請求項2に記載の共振子構造。

【請求項4】 振動を効果的に減衰させる前記材料の層が、前記導電体層のうちの1つに隣接していることを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造。

【請求項5】 振動を効果的に減衰させる前記材料の層が、前記導電体層のうちの1つと前記圧電層との間に存在することを特徴とする、請求項4に記載の共振子構造。

【請求項6】 振動を効果的に減衰させる前記材料の層が、前記第1の領域内ではない前記圧電層の一部まで少なくとも拡がっていることを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造（810）。

【請求項7】 前記区域（810）が前記第1の領域内であることを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造（800）。

【請求項8】 前記区域（803）が少なくとも部分的に前記第1の領域の外側にあることを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造（810）。

【請求項9】 前記区域（804）が前記第1の領域を実質的に定めていることを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造（820）。

【請求項10】 前記導電体層の間の第2の圧電層及び前記圧電層の間の導電体層を更に有することを特徴とする、請求項1に記載の共振子構造。

【請求項11】 2つの導電体層（110、120）及びこれらの導電体層の間の圧電層（100）を有する少なくとも1つの薄膜共振子構造を有するフィルターであって、この共振子構造が第1の領域を有し、この第1の領域上に前記導電体層及び圧電層が拡がっており、前記第1の領域が、前記共振子構造の圧電的に励起可能な領域であって、ここで前記共振子構造が、振動を効果的に減衰させる材料の少なくとも1つの層（801、803、804）を更に有しており、この少なくとも1つの層が区域を覆っており、且つ前記第1の領域に開口（802）を有し、前記開口は最大でも第1の領域を覆っておらず、且つ前記第1の領域の中央領域（604、802）を定めており、また圧電的に励起された振動が、前記中央領域でよりも前記区域で比較的効果的に減衰することを特徴とする、2つの導電体層（110、120）及びこれらの導電体層の間の圧電層（100）を有する薄膜共振子構造を有するフィルター。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

本発明の共振子構造は、2つの導電体層とこれらの導電体層の間の圧電層を有する薄膜共振子構造である。ここでこの共振子構造は、第1の領域を有し、この領域上に前記導電体層及び圧電層が拡がっている。この第1の領域は、共振子構造の圧電的に励起可能な領域である。この本発明の共振子構造は、振動を効果的に減衰させる材料の少なくとも1つの層を更に有しており、この少なくとも1つの層は、区域を覆っており、且つ第1の領域に開口を有し、この開口は最大でも第1の領域を覆っておらず、且つ第1の領域の中央領域の範囲を定めており、また圧電的に励起された振動は、前記中央領域でよりも前記区域で比較的効果的に減衰させられる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

本発明のフィルターは、少なくとも1つの薄膜共振子構造を有するフィルターであり、この共振子構造は、2つの導電体層とこれらの導電体層の間の圧電層とを有する。この共振子構造は、第1の領域を有し、この領域上に前記導電体層及び圧電層が拡がっている。この第1の領域は、共振子構造の圧電的に励起可能な領域である。この本発明のフィルターは、共振子構造が、振動を効果的に減衰させる材料の少なくとも1つの層を更に有しており、この少なくとも1つの層は、区域を覆っており、且つ第1の領域に開口を有し、この開口は最大でも第1の領域を覆っておらず、且つ第1の領域の中央領域の範囲を定めており、また圧電的に励起された振動は、前記中央領域でよりも前記区域で比較的効果的に減衰させられる。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FI 00/00652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC7: H03H 9/15

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC7: H03H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 19922146 A1 (MURATA MFG. CO., LTD.), 16 December 1999 (16.12.99), column 6, line 26 - line 31; column 7, line 1 - line 5, figures 1-2, abstract --	1-5, 7, 9
A	JP 9181560 A (MURA)MURATA MFG CO LTD.19970711 (abstract)World Patents Index(online).London, U.K.:Derwent Publications,Ltd.(retrieved on 2000-11-23).Retrieved from: EPO MPI Database. DW199738 Accession No.1997-409012 --	1-12
A	EP 0834989 A2 (NOKIA MOBILE PHONES LTD.). 8 April 1998 (08.04.98), abstract -- -----	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 November 2000

Name and mailing address of the ISA/

Swedish Patent Office

Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM

Facsimile No. +46 8 666 02 86

Date of mailing of the international search report

29-11-2000

Authorized officer

Mats Raidlä /itw

Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

02/11/00

International application No.

PCT/FI 00/00652

Patent document cited in search report			Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE	19922146	A1	16/12/99	CN	1237830 A	08/12/99
				JP	11346139 A	14/12/99
EP	0834989	A2	08/04/98	JP	10126160 A	15/05/98
				US	5714917 A	03/02/98

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW

Fターム(参考) 5J108 AA01 AA07 BB04 BB07 BB08

CC01 CC11